

# MODEL PERENCANAAN PENGANGKUTAN DAN DISTRIBUSI SEMEN DI WILAYAH INDONESIA TIMUR

Windra Iswidodo, I G.N. Sumanta Buana

Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: buana@na.its.ac.id

**Abstrak**—Pertumbuhan ekonomi dan pembangunan di wilayah Indonesia timur dalam 5 tahun terakhir mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Perkembangan infrastruktur di wilayah Indonesia timur merupakap salah satu faktor yang menyebabkan meningkatnya permintaan semen. Akan tetapi peningkatan permintaan semen ini tidak didukung oleh pola distribusi yang baik. Oleh karena itu, diperlukannya suatu solusi untuk memenuhi permintaan semen di wilayah Indonesia timur, salah satunya adalah dengan merencanakan pengangkutan dan distribusi semen dengan jaringan transportasi yang sesuai dengan karekteristik di wilayah Indonesia timur. Tugas akhir ini bertujuan untuk merencanakan rute distribusi semen di wilayah Indonesia timur untuk menghasilkan biaya transportasi yang minimum. Perbandingan antara konsep *direct port* dengan konsep *multiport* diharapkan dapat menentukan pola jaringan distribusi semen menuju wilayah Indonesia timur dengan biaya transportasi yang minimum diantara kedua konsep tersebut. Dari hasil pengembangan skenario terdapat titik tujuan yang belum terpenuhi, sehingga rute antisipasi untuk memenuhi permintaan semen pada titik tujuan dengan pola operasi kapal *charter*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa seluruh titik tujuan distribusi dapat terpenuhi oleh kapal perintis cargo passanger dan kapal charter. Konsep *multiport* lebih murah dibandingkan *direct port*, dengan selisih biaya transportasi sebesar 33% untuk contoh rute Ambon-Amahai-Geser-Banda. Sehingga konsep *multiport* lebih baik diterapkan untuk distribusi semen di wilayah Indonesia timur.

**Kata Kunci**—Semen, pola distribusi, biaya minimum

## I. PENDAHULUAN

Semen merupakan bahan baku yang vital dalam pembangunan. Permintaan terhadap produk semen dipengaruhi oleh adanya pembangunan yang dilakukan oleh individu maupun seorang pengembang (developer) yang mengerjakan proyek dalam skala besar maupun kecil. Proyek besar seperti pembangunan gedung bertingkat, jalan, jembatan hingga proyek perumahan, menyumbangkan kontribusi

terbesar yang mempengaruhi permintaan terhadap semen.

Wilayah Indonesia timur terdiri banyak kepulauan dan jarak antar pulau untuk wilayah di Indonesia timur tidak dekat sehingga menyebabkan ingralistik jaringan antar pulau menjadi terkendala [1]. Selain masalah jaringan faktor cuaca untuk wilayah perairan di wilayah Indonesia timur menyebabkan pengiriman barang menuju KTI terganggu. Kelangkaan semen yang terjadi di beberapa wilayah Indonesia timur menyebabkan perkembangan pembangunan di kawasan timur Indonesia tidak seimbang dengan jumlah penduduk di wilayah Indonesia timur.

Provinsi Maluku, Provinsi Maluku Utara, Provinsi Papua Barat, dan Provinsi Papua merupakapan gugusan pulau yang berada di wilayah Indonesai timur. Keempat provinsi tersebut memiliki wilayah kepulauan. Menurut Biro Pusat Statistik, pertumbuhan penduduk di wilayah Indonesia timur mengalami peningkatan. Kepadatan jumlah penduduk berbanding lurus dengan kebutuhan infrastruktur di suatu wilayah.

Pertumbuhan infrastruktur di wilayah Indonesia timur menyebabkan permintaan terhadap semen akan meningkat sehingga perlu adanya suatu langkah nyata untuk mengatasi tingginya permintaan terhadap semen. Dengan dibuatnya model perencanaan pengangkutan dan distribusi semen untuk wilayah Indonesia timur diharapkan dapat mengatasi kelangkaan semen yang akan terjadi.

## II. METODE

### A. Tahap Perencanaan Rute

Pada penelitian ini perencanaan jaringan transportasi menggunakan *vehicle routing problem* (VRP) dalam mencari rute yang optimal. Setiap perubahan rute akan di direkap menjadi sebuah skenario pengiriman semen. Pembuatan skenario menggunakan metode *cluster first route second* [2]. Dengan persamaan matematis sebagai berikut.

$$Z_{\min} = \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} \text{Cost}(R_{ps}) X_{rs} \quad (1)$$

Batasan:

$$\sum_{r \in R} X_{rs} = 1$$

$$X_{rs} \in \{0,1\}$$

$$Q_s > Q_d$$

Keterangan:

S = himpunan dari kapal yang akan dioperasikan

P = himpunan dari pelabuhan

R = himpunan dari rute

$R_{ps}$  = himpunan dari kluster rute

$X_{rs} = 1$  jika rute  $r$  dilayani oleh kapal  $s$ , 0 jika tidak

$Q_s$  = kapasitas kapal selama satu tahun

$Q_d$  = permintaan penumpang dalam satu tahun

Perbandingan metode *direct* dan *multiport* menggunakan perencanaan jaringan *Traveling Salesmen Problem* (TSP) [3]. untuk menentukan rute minimum pada metode *multiport*. syarat perencanaan rute transportasi pada konsep *multiport* yaitu:

- Kapal harus kembali ke pelabuhan yang sama dari mana ia berangkat (origin). Pada pelabuhan asal, kapal akan mengisi bahan bakar serta keperluan lainnya.
- Setiap titik yang disuplai oleh kapal hanya dikunjungi satu kali dalam satu periode pengiriman.

Dalam perencanaan rute ini Pelabuhan Ambon sebagai pelabuhan utama dengan pelabuhan konsumsi adalah Amahai, Geser, dan Banda.

Model matematis dari TSP dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$x_{ij} \begin{cases} 1, \text{ bila kota } j \text{ dikunjungi dari kota } i \\ 0, \text{ bila tidak} \end{cases} \quad (2)$$

Apabila  $d_{ij}$  adalah jarak dari kota  $i$  ke kota  $j$ , model matematika TSP adalah:

$$\text{Min } z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} x_{ij}, d_{ij} = \infty \text{ untuk semua } i = j$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (4)$$

Solusi yang layak dari pers (2) sampai (3) terdiri dari siklus terarah tunggal yang mengunjungi semua kota. Dalam sebuah solusi, perjalanan terjadi dari kota  $i$  ke  $j$ ,  $x_{ij} = 1$ , dan jarak  $d_{ij}$  dihitung; selain itu  $x_{ij} = 0$ . Sebuah solusi optimum adalah jarak minimum dari siklus Hamiltonian (Jiang, 2010).

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Perencanaan Jaringan Transportasi

Berdasarkan metode tersebut pada penelitian ini dibagi menjadi 3 zona wilayah distribusi seperti Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Zona Distribusi Pengangkutan Semen

Gambar 1 menunjukkan bahwa pembagian zona wilayah distribusi dengan pembagian pada zona 1 adalah Provinsi Maluku, zona 2 adalah Provinsi Maluku Utara, dan zona 3 adalah Provinsi Papua Barat dan Provinsi Papua. Pembagian zona wilayah distribusi ini bertujuan untuk menentukan rute pengangkutan semen agar menghasilkan biaya transportasi yang minimum.

Rute skenario pengangkutan semen dari masing-masing zona wilayah distribusi terbagi dalam 5 skenario diantaranya.

- Skenario 1: Makassar – Pantoloan, Makassar – Bitung, Makassar – Ambon.



Gambar 2. Rute Skenario Pengangkutan Semen Curah

Gambar 2 menunjukkan bahwa pengangkutan semen dengan jenis semen curah menggunakan metode *direct port* dengan pelabuhan asal adalah Pelabuhan Khusus Biringkassi di Makassar dan pelabuhan tujuan adalah Pantoloan, Bitung, dan Ambon.

- a. Zona distribusi 1 (Provinsi Maluku)

- Skenario 2: Metode *direct port*



Gambar 3. Rute Skenario 2

Gambar 3 merupakan rute skenario dengan metode *direct port* dari pelabuhan utama adalah Pelabuhan Ambon, sedangkan pelabuhan konsumsi adalah Amahai, Banda, Geser, Tual, Saumlaki, Dobo, dan Namlea.

- Skenario 2A: Metode *multiport*



Gambar 4. Rute Skenario 2A

Gambar 4 menunjukkan rute skenario dengan titik konsumsi yang sama seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, perbedaannya adalah rute skenario 2A menggunakan metode *multiport* untuk mengangkut semen menuju titik konsumsi. Sehingga, kedua rute skenario ini dibandingkan untuk mendapatkan biaya transportasi yang lebih murah.

b. Zona distribusi 2 (Provinsi Maluku Utara)

- Skenario 4: Ternate, Tobelo, Babang, Laiwui, Dofa, Sanana

c. Zona distribusi 3 (Provinsi Papua)

- Skenario 5: Sorong, Manokwari, Serui, Biak, Jayapura

B. Pengangkutan Semen Curah

Biaya transportasi merupakan aspek terpenting dalam logistik untuk mengetahui biaya yang diangkut dalam 1 tahun dan jumlah kapasitas angkut selama 1 tahun perjalanan. Untuk rute skenario pengangkutan semen jenis curah kapal yang digunakan dengan pola operasi charter. Sehingga perumusan untuk biaya transportasi untuk menghasilkan biaya angkut paling minimum sebagai berikut:

$$Z_{min} = \sum_{i=1}^{13} \sum_{j=1}^{13} T/C_{ij} + VC_{ij} + CHC_{ij} \quad (5)$$

Dimana:

i = pelabuhan asal

j = pelabuhan tujuan

T/C<sub>ij</sub> = Time Charter Hire per Day dari titik i ke titik j dalam satu jaringan

VC<sub>ij</sub> = Voyage Cost dari titik i ke titik j dalam satu jaringan

CHC<sub>ij</sub> = Cargo Handling Cost dari titik i ke titik j dalam satu jaringan

Hasil dari penugasan kapal pada rute skenario 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Kapasitas Permintaan Semen Skenario 1

Nama Kapal	Makassar		
	Pantoloan	Bitung	Ambon
Tonasa Lines V	0	0	0
Tonasa Lines VI	0	0	0
Tonasa Lines VIII	0	0	0
Tonasa Lines IX	342900	0	0
Tonasa Lines X	0	0	0
Tonasa Lines XI	319200	0	0
Tonasa Lines XII	0	0	0
Tonasa Lines XIV	0	0	0
Tonasa Lines XV	0	0	0
Tonasa Lines XVI	0	0	330750
Tonasa Lines XVII	0	0	0
KM. HEBAT	0	266840	0
KM. Gembira	0	440324	0
Kapasitas Muatan/ tahun	662.100	707.164	330.750
Permintaan per tahun	659.450	630.710	327.295
Status	Accepted	Accepted	Accepted

Tabel 1 menunjukkan bahwa permintaan semen pada setiap titik konsumsi telah terpenuhi dengan menghasilkan biaya minimum sebesar Rp. 2.042 per ton per mil laut. Kapal yang melayani rute skenario 1 adalah TL IX, TL XI, TL XVI, KM. Hebat, KM. Gembira.

C. Pengangkutan Semen Kemasan (Bag)

Rute skenario pengangkutan semen jenis kemasan (*bag*) menggunakan kapal perintis penumpang barang. Sehingga biaya transportasi yang timbul dengan mengangkut semen menuju masing-masing pelabuhan konsumsi dapat dituliskan dengan rumus berikut ini [4].

$$TC_{ij} = CC + VC_{ij} + CHC_{ij} + OC_{ij} \quad (6)$$

Dimana:

TC<sub>ij</sub> = Biaya Transportasi dari titik i menuju titik j

CC<sub>ij</sub> = Biaya modal

VC<sub>ij</sub> = Biaya perjalanan kapal dari titik i menuju titik j

CHC<sub>ij</sub> = Biaya bongkar muat di pelabuhan i dan di pelabuhan j

OC<sub>ij</sub> = Biaya operasional kapal selama 1 tahun

Persamaan (6) merupakan persamaan untuk menghasilkan biaya transportasi pada kapal perintis



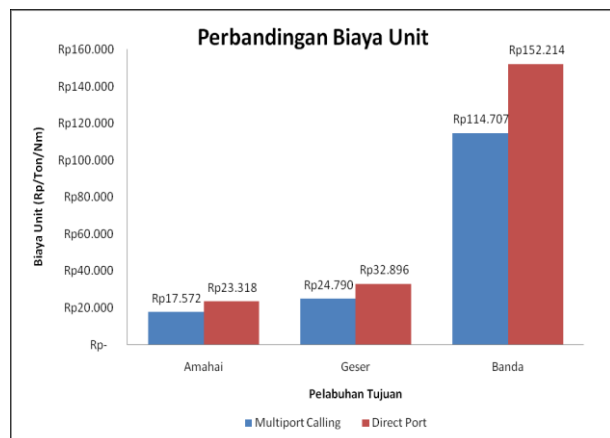
penumpang barang. Masing-masing komponen biaya yang muncul dari pengangkutan semen dari titik asal  $i$  menuju titik konsumsi  $j$  pada setiap metode yang digunakan seperti yang terdapat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Perbandingan Komponen Biaya Transportasi

Comparison		Multiport Calling	Direct Port		
			Amahai	Geser	Banda
Demand of Cement					
Muatan Semen	ton	37.045	24.815	10.070	2.160
Vs	knot	11	12	12	12
Service of Area					
Route		Amahai-Geser-Banda	Ambon-Amahai	Ambon-Geser	Ambon-Banda
Nm		411	75	184	132
Cost Structure					
Capital Cost		Rp 6.601.354.413	Rp 5.092.587.294	Rp 5.045.133.405	Rp 5.092.587.294
Voyage Cost		Rp 18.024.778.896	Rp 4.386.855.302	Rp 6.077.639.434	Rp 6.967.579.063
Cargo Handling Cost		Rp 444.538.076	Rp 212.000.000	Rp 136.224.000	Rp 163.200.000
Operational Cost		Rp 7.632.688.121	Rp 3.411.819.764	Rp 3.399.096.626	Rp 3.411.819.764
Time Service					
Sea Time	Hour	36,27	11,93	29,27	21,00
Port Time	Hour	26,25	17,59	7,14	1,53
Round Trip Day	Hour	62,52	29,52	36,41	22,53
	Day	2,6	1,2	1,5	0,9

Tabel 2 menunjukkan bahwa total biaya transportasi yang muncul pada rute 1 (Ambon – Amahai – Geser – Banda – Ambon). Total biaya transportasi untuk konsep *multiport* sebesar Rp.32.703.359.506, sedangkan untuk konsep *direct port* biaya transportasi yang muncul untuk pengangkutan semen jenis bag dengan kapal perintis sebesar Rp.43.396.541.946 dengan muatan yang diangkut untuk kedua konsep sebesar 37.045 ton selama 1 tahun.

Dari perhitungan biaya transportasi maka dapat ditentukan biaya unit untuk masing-masing metode seperti yang dapat dilihat pada gambar grafik di bawah ini.



Gambar 5. Perbandingan Biaya Unit Rute 1

Gambar 5 menunjukkan perbandingan biaya unit setiap rute dengan menggunakan dua konsep yang berbeda. Untuk perbandingan ini, biaya unit untuk masing-masing pola akan dijumlah. Total biaya unit untuk pola *multiport calling* adalah sebesar Rp.157.069, sedangkan total unit biaya untuk metode *direct port*

adalah sebesar Rp.208.427. Dari masing-masing titik konsumsi menghasilkan perbedaan biaya unit yang besar.

#### IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah dalam pengiriman semen di wilayah Indonesia timur dapat dibagi menjadi 3 zona distribusi dengan 6 rute untuk memenuhi permintaan semen pada masing-masing titik. Pengangkutan semen untuk wilayah Indonesia timur dapat dilakukan dengan 2 metode yaitu *direct port* dan *multiport*. Dari hasil perhitungan seluruh skenario maka dihasilkan bahwa pengangkutan semen dengan metode *multiport* dapat diterapkan untuk wilayah Indonesia timur karena menghasilkan biaya transportasi yang lebih murah dibandingkan dengan metode *direct port*. Seperti contoh untuk rute pengangkutan Ambon – Amahai – Geser – Banda menghasilkan biaya transportasi sebesar Rp.32.703.359.506 untuk metode *multiport* dan Rp.43.396.541.946 untuk metode *direct port* dengan muatan yang diangkut adalah 37.045 ton. Sehingga untuk komoditi selain semen dapat diangkut dengan metode *multiport* karena biaya transportasi yang dihasilkan lebih murah dengan selisih biaya transportasi kedua metode adalah 33%.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis WI menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing, pihak perusahaan semen terkait dalam penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bisnis Indonesia. (2011). <http://www.bisnisindonesia.com>.
- [2] Raditya, A. (2009). *Penggunaan Metode Heuristik dalam Permasalahan Vehicle Routing Problem dan Implementasinya di PT Nippon Indosari Corpindo*. Bogor: ITB
- [3] C. Jiang, "A Reliable Solver of Euclidean Travelling Salesman Problems with Microsoft Excel Add-In Tools for Small-size System," *Journal of Software*, (2010) 761-768.
- [4] Stopford, M. (1997). *Maritime Economics* (2nd ed.). London: Routledge.